

PCT

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION
International Bureau



INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

<p>(51) International Patent Classification⁴ : H02N 6/00, H01L 31/04</p>	<p>A1</p>	<p>(11) International Publication Number: WO 88/ 04859 (43) International Publication Date: 30 June 1988 (30.06.88)</p>
<p>(21) International Application Number: PCT/US87/03361 (22) International Filing Date: 17 December 1987 (17.12.87) (31) Priority Application Number: 944,419 (32) Priority Date: 19 December 1986 (19.12.86) (33) Priority Country: US (71) Applicant: TPV ENERGY SYSTEMS, INC. [US/US]; 303 Bear Hill Road, Waltham, MA 02154 (US). (72) Inventors: HOTTEL, Hoyt, C. ; 27 Cambridge Street, Winchester, MA 01890 (US). NELSON, Robert, E. ; 17 Longmeadow Road, Weston, MA 02193 (US). PARENT, C., Robert ; 69 Hawthorn Street, Wes- twood, MA 02030 (US). (74) Agents: BROOK, David, E. et al.; Hamilton, Brook, Smith & Reynolds, Two Militia Drive, Lexington, MA 02173 (US).</p>		<p>(81) Designated States: AT (European patent), AU, BE (Eu- ropean patent), BR, CH (European patent), DE (Eu- ropean patent), FR (European patent), GB (Euro- pean patent), IT (European patent), JP, LU (Euro- pean patent), NL (European patent), SE (European patent). Published <i>With international search report.</i> <i>Before the expiration of the time limit for amending the</i> <i>claims and to be republished in the event of the receipt</i> <i>of amendments.</i></p>
<p>(54) Title: THERMOPHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A thermophotovoltaic system (8) includes structure defining a dif- fusion flame burner having separate but adjacent fuel and oxidant inlets (18, 70), and structure defining a combustion chamber (10) in which an emitter structure is disposed for exposure to combustion products of the burner. The combustion products heat the emitter structure (26) and cause the emission of spectrally distributed radiation. Disposed in opti- cally coupled relation to the emitter structure (26) are one or more pho- tocells (40) for converting energy radiated by the emitter structure (26) to electrical energy, a close match between the spectrum of the photon en- ergy radiated from the emitter structure (26) and the electron production threshold of the photocell array (40) resulting in enhanced efficiency. One portion (66) of the combustion product stream is flowed from the combustion chamber (10) through a recuperator (54) to heat the incom- ing oxidant, and another portion (64) of the combustion product stream is flowed into the combustion chamber. Significant efficiency improve- ments are achieved by the recuperative preheating of oxidant, and the reintroduction of a part of the exhaust gas back into the combustion mix- ture reduces the flame temperature with minimal compromise of the gain in efficiency achieved through oxidant preheat so that thermal stability limits of one or more of the components of the system are not exceeded.</p>		

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公表

⑫ 公表特許公報(A)

平2-502692

⑬ 公表 平成2年(1990)8月23日

⑭ Int. Cl.³
H 02 N 6/00

識別記号

庁内整理番号
7052-5H

審査請求 未請求
予備審査請求 有

部門(区分) 7(4)

(全12頁)

⑮ 発明の名称 熱光起電力技術

⑯ 特 願 昭63-501333

⑰ 出 願 昭62(1987)12月17日

⑱ 翻訳文提出日 平1(1989)6月19日

⑲ 国際出願 PCT/US87/03361

⑳ 国際公開番号 WO88/04859

㉑ 国際公開日 昭63(1988)6月30日

優先権主張 ㉒ 1986年12月19日 ㉓ 米国(US) ㉔ 944,419

⑳ 発明者 ホデル, ホイト・シー アメリカ合衆国マサチューセッツ州01890 ウィンチエスター・ケンブリッジストリート27

㉑ 発明者 ネルソン, ロバート・イー アメリカ合衆国マサチューセッツ州02193 ウェストン・ロングメドウロード17

㉒ 出願人 テイビービー・エナジー・システムズ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国マサチューセッツ州02154 ウォルサム・ベアヒルロード303

㉓ 代理人 弁理士 小田島 平吉

㉔ 指定国 AT(広域特許), AU, BE(広域特許), BR, CH(広域特許), DE(広域特許), FR(広域特許), GB(広域特許), IT(広域特許), JP, LU(広域特許), NL(広域特許), SE(広域特許)

最終頁に続く

請 求 の 範 囲

1. 入り口と出口を有する燃焼室を規定する構造と、
該燃焼室の入り口に結合されたバーナー構造であり、該バーナー構造に燃料を供給するための第1手段と、該バーナー構造に酸化体を供給するために該第1手段から間隔をあけられた第2手段とを含むバーナー構造と、
該バーナー構造からの燃料生成物による熱動起のために、該燃焼室において配置されたエミッター構造と、
該エミッター構造からの放射に反応して電気エネルギーを生成するために、該燃焼室の外側で、かつ該エミッター構造に光結合関係にある光電セル配列と、
酸化体燃料混合物を希釈し、かつ熱光起電力発生器システムの構成要素の熱的安定性の関数として、安全範囲に火炎温度を制限するために、該燃焼室の出口から該燃焼室の入り口に直接に燃焼生成物流の部分を流すための第3手段とを具備する熱光起電力発生器システム。
2. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、そして該第2及び第3手段に結合されたポート構造と、該ポート構造に同軸に配置され、かつ該第1手段に結合された中央燃料オリフィスとを含む請求の範囲1に記載のシステム。
3. 該エミッター構造が、円筒形構造である請求の範囲2に記載のシステム。
4. 該エミッター構造が、多孔性である請求の範囲3に記載のシステム。
5. 該エミッター構造が、不透透性であり、かつ該燃焼室の壁を規定

する請求の範囲1に記載のシステム。

6. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3手段を通過して、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲1に記載のシステム。

7. 該エミッター構造が、約300マイクロメートルよりも小さな厚さを有する請求の範囲6に記載のシステム。

8. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、かつ複数の燃料オリフィスと、複数の燃焼酸化体オリフィスとを平面配列において含む請求の範囲1に記載のシステム。

9. 該エミッターが、平面構造であり、かつ燃料及び酸化体オリフィスの該平面配列に間隔をあけた平行関係において配置される請求の範囲8に記載のシステム。

10. 該エミッター構造が、多孔性である請求の範囲9に記載のシステム。

11. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3手段を通過して、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲10に記載のシステム。

12. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲1に記載のシステム。

13. 該エミッター構造が、不透透性であり、かつ該燃焼室の壁を規定する請求の範囲7に記載のシステム。

14. 該第2手段に結合された復燃装置構造と、該燃焼生成物の第2部分を該復燃装置構造に流し、該第2手段を通過して該バーナー構造に供

結された酸化体を少なくとも約1000Kの温度に予熱するために、該燃焼室に結合された出口構造とをさらに含む請求の範囲1に記載のシステム。

15. 該第1及び第2手段が、同心関係において配置されたポートを有し、その結果該第1手段から発出する燃料噴射は、該第2手段から発出する予熱された酸化体の円筒形流によって制限され、酸化体及び燃焼生成物流は、乱流再循環流が該燃焼室において確立され、該室における燃焼を安定化させ、かつ該エミッター構造への伝熱率を増大させる如くである請求の範囲1に記載のシステム。

16. 入り口と出口を有する燃焼室を規定する構造と、複数の第1ポートと、該第1ポートに隣接した交互関係において配置された複数の第2ポートとを含む延びたポート配列と、該第1ポートに燃料を供給するための第1手段と、該第2ポートに酸化体を供給するための第2手段とを含む該燃焼室入り口に結合されたバーナー構造と、該バーナー構造の該ポートを通過して該燃焼室への燃料と酸化体の流れにより生成された燃焼生成物による熱動起のために、交互のポートの該延びた配列に間隔をあげた並置関係において、該燃焼室に配置された延びたエミッター構造と、該エミッター構造からの放射に 대응して、電気エネルギーを生成するために、該燃焼室の外側にあり、かつ該エミッター構造に光結合関係にある光電セル配列とを具備する熱光起電力発生器システム。

17. 該延びたポート配列と該延びたエミッター構造が、各々、平面構造であり、そして該延びたエミッター構造が、該延びたポート配列に平行に間隔をあげた関係において配置される請求の範囲16に記載のシ

いて配置されたエミッター構造と、

該エミッター構造からの放射に 対応して電気エネルギーを生成するために、該燃焼室の外側で、かつ該エミッター構造に光結合関係にある光電セル配列と、

該第2導管手段に結合された復熱装置構造と、

該燃焼室への流入のための少なくとも約1000Kの温度に入り酸化体を加熱するために、該燃焼室の出口から該復熱装置構造に燃焼生成物流の第1部分を流すための手段と、

酸化体燃料混合物を希釈し、かつ約2300Kを超えないように火炎温度を制限するために、該燃焼室の出口から該燃焼室の入り口に直接に燃焼生成物流の第2部分を流すための第3導管手段とを具備する熱光起電力発生器システム。

24. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を 含む請求の範囲23に記載のシステム。

25. 該エミッター構造が、イッテルビアを含み、そして該光電セル配列が、シリコン形式である請求の範囲24に記載のシステム。

26. 該エミッター構造が、エルビアを含み、そして該光電セル配列が、ゲルマニウム形式である請求の範囲24に記載のシステム。

27. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、そして該第2及び第3導管手段に結合されたポート構造と、該ポート構造に同軸に配置され、かつ該第1導管手段に結合された中央燃料オリフィスとを含む請求の範囲23に記載のシステム。

28. 該エミッター構造が、円筒形構造である請求の範囲27に記載

システム。

18. 該第2手段に結合された復熱装置構造と、該燃焼室から燃焼生成物を流すために、該燃焼室に結合された出口構造であり、該出口構造は、該バーナー構造に直接に燃焼生成物の第1部分を再循環させる第3手段を含み、該バーナー構造によって生成された燃焼生成物の最大温度を安定化させ、かつ該燃焼生成物の第2部分を該復熱装置構造に流し、該第2手段を通過して該バーナー構造に供給された酸化体を少なくとも約1000Kの温度に予熱させるための出口構造とをさらに含む請求の範囲1に記載のシステム。

19. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3手段を通過して該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲18に記載のシステム。

20. 該エミッター構造が、多孔性である請求の範囲19に記載のシステム。

21. 該エミッター構造が、イッテルビアを含み、そして該光電セルが、シリコン形式である請求の範囲20に記載のシステム。

22. 該エミッター構造が、エルビアを含み、そして該光電セルが、ゲルマニウム形式である請求の範囲20に記載のシステム。

23. 入り口と出口を有する燃焼室を規定する構造と、該燃焼室の入り口に結合されたバーナー構造であり、該バーナー構造に燃料を供給するための第1導管手段と、該バーナー構造に酸化体を供給するために該第1導管手段から間隔をあげられた第2導管手段とを含むバーナー構造と、該バーナー構造からの燃料生成物による熱動起のために、該燃焼室にお

のシステム。

29. 該エミッター構造が、多孔性である請求の範囲28に記載のシステム。

30. 該復熱装置が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、該第2導管手段に直接に結合された冷却出口とを有する請求の範囲29に記載のシステム。

31. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁を含み、該燃焼室出口が、該エミッター構造の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁においてポートの環状配列を含み、そして該復熱装置構造が、出口ポートの該環状配列に直接に連絡してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲30に記載のシステム。

32. 該第2導管手段が、該復熱装置構造の該冷却出口から放射状内側に延びる第1通路を少なくとも部分的に規定し、そして該第3導管手段が、該第1通路に直接に隣接し、かつ一般に平行な出口ポートの該環状配列から放射状内側に延びる第2通路を少なくとも部分的に規定する請求の範囲31に記載のシステム。

33. 該エミッター構造が、不浸透性であり、かつ該燃焼室の壁を規定する請求の範囲23に記載のシステム。

34. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段を通過して、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲23に記載のシステム。

35. 該エミッター構造が、約300マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲34に記載のシステム。

36. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、かつ複数の燃料オリ

フィスと、複数の燃焼酸化体オリフィスを平面配列において含む請求の範囲23に記載のシステム。

37. 該エミッターが、平面構成であり、かつ燃料及び酸化体オリフィスの該平面配列に間隔をあけた平行関係において配置される請求の範囲36に記載のシステム。

38. 該エミッター構造が、多孔性である請求の範囲37に記載のシステム。

39. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段を通して、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲38に記載のシステム。

40. 該エミッター構造が、約30マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲39に記載のシステム。

41. 該復熱装置が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、該第2導管手段に直接に結合された冷側出口とを有する請求の範囲23に記載のシステム。

42. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁を含み、該燃焼室出口が、該エミッター構造の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁においてポートの環状配列を含み、そして該復熱装置構造が、出口ポートの該環状配列に直接に連絡してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲23に記載のシステム。

43. 該エミッター構造が、不透透性であり、かつ該燃焼室の壁を規定する請求の範囲42に記載のシステム。

44. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段を通して、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求

の範囲43に記載のシステム。

45. 該第1及び第2導管が、同心関係において配置されたポートを有し、その結果該第1導管から発出する燃料噴射は、該第2導管から発出する予熱された酸化体の円筒形流によって制限され、酸化体及び燃焼生成物流は、乱流再循環流が該燃焼室において確立され、該室における燃焼を安定化させ、かつ該エミッター構造への伝熱率を増大させる如くである請求の範囲23に記載のシステム。

46. 該エミッター構造が、円筒形構成である請求の範囲45に記載のシステム。

47. 該エミッターが、不透透性であり、かつ該燃焼室を規定する請求の範囲46に記載のシステム。

48. 該エミッターが、約300マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲45に記載のシステム。

49. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該燃焼室の入り口に直接に再循環される請求の範囲48に記載のシステム。

50. 該復熱装置が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、該第2導管手段に直接に結合された冷側出口とを有する請求の範囲49に記載のシステム。

51. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁を含み、該燃焼室出口が、該エミッター構造の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁においてポートの環状配列を含み、そして該復熱装置構造が、出口ポートの該環状配列に直接に連絡してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲50に記載のシステム。

52. 該第2導管手段が、該復熱装置構造の該冷側出口から放射状内側に延びる第1通路を少なくとも部分的に規定し、そして該第3導管手段が、該第1通路に直接に隣接し、かつ一般に平行な出口ポートの該環状配列から放射状内側に延びる第2通路を少なくとも部分的に規定する請求の範囲51に記載のシステム。

53. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲50に記載のシステム。

54. 該エミッター構造が、イッテルビアを含み、そして該光電セルが、シリコン形式である請求の範囲53に記載のシステム。

55. 該エミッター構造が、エルビアを含み、そして該光電セル配列が、ゲルマニウム形式である請求の範囲53に記載のシステム。

56. 該燃焼室の入り口に結合されたバーナー構造と、該バーナー構造からの燃料生成物による熱動程のために、該燃焼室において配置されたエミッター構造と、該エミッター構造からの放射に反応して電気エネルギーを生成するために、該燃焼室の外側で、かつ該エミッター構造に光結合関係にある光電セル配列と、該燃焼室の出口に結合された復熱装置構造とを、入り口と出口とを有する燃焼室を規定する構造に提供する段階と、

燃料を該バーナー構造に流す段階と、

酸化体を該復熱装置構造を通して該バーナー構造に流す段階と、

該バーナー構造への流れのための入り酸化体を加熱するために、該燃焼室の出口から該復熱装置構造に燃焼生成物流の第1部分を流す段階と、酸化体燃料混合物を希釈し、かつ熱光起電力発生器システムの構成要素

の熱安定性の関数として、安全範囲に火災温度を制限するために、該燃焼室の出口から該燃焼室の入り口に直接に燃焼生成物流の第2部分を流す段階とを含む熱光起電力発生器システム。

57. 燃焼生成物流の該第2部分が、該燃焼室からの全体燃焼生成物流の少なくとも10パーセントである請求の範囲56に記載のプロセス。

58. 該入り酸化体が、該バーナー構造への流れのために、少なくとも約1000Kの温度に加熱され、

該火災温度が、約2300Kを超えないように制限される請求の範囲56に記載のプロセス。

59. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲56に記載のシステム。

60. 該エミッター構造が、イッテルビアを含み、そして該光電セルが、シリコン形式である請求の範囲59に記載のシステム。

61. 該エミッター構造が、エルビアを含み、そして該光電セルが、ゲルマニウム形式である請求の範囲59に記載のシステム。

62. 燃焼生成物流の該第2部分が、該燃焼室からの全体燃焼生成物流の少なくとも10パーセントであり、かつ該火災温度を約2300Kを超えないように制限し、そして該入り酸化体が、該バーナー構造への流れのために、少なくとも約1000Kの温度に加熱される請求の範囲59に記載のプロセス。

明 細 書

熱光起電力技術

技術分野

本発明は、熱光起電力技術に関し、そしてさらに詳細には、熱が一般化石燃料の燃焼によって供給される熱光起電力生成システムに関する。

背景技術

熱光起電力技術は、エネルギー変換に関与し、この場合白熱エミッターによって放射されたエネルギーが、光電池によって電気エネルギーに変換される。熱光起電力プロセスは、2段階の熱対放射と放射対電気エネルギーの変換プロセスに関与する。多数のTPV発生器システムが提案され、エミッターに光結合された光電池の帯域ギャップに対応する狭いスペクトル帯域で強力に放射する希土類金属酸化物エミッターを使用するネルソンの米国特許第4,584,426号において開示されたTPVシステムを含む。エミッターのスペクトル出力を光起電性材料の帯域ギャップと一致させることにより、効率は、改良される。

変化するパラメーターの中に、一定の制約を受けるエミッター材料の温度があり、その原理は、エミッターが構成される材料の熱特性である。例えば、イッテルビウムは、2700Kにおいて融解し、そして急速な昇華が、数百度低いエミッター温度において発生し、イッテルビウム・エミッターの寿命を受容しがたく制限する。従って、約1800~2100Kの範囲にイッテルビウム・エミッターのエミッター温度を制限することが、好ましい。

発明の開示

発明の1つの見地により、熱光起電力システムが提供され、分離する

が同接した燃料及び酸化体入り口を有する拡張火炎バーナーを規定する構造と、エミッター構造がバーナーの燃焼生成物への露出のために配置される燃焼室を規定する構造とを含む。燃焼生成物は、エミッター構造を加熱し、そしてスペクトル分布した放射を放出させる。エミッター構造に光結合された関係において、エミッター構造によって放射されたエネルギーを電気エネルギーに変換するための1つ以上の光電セルが配置され、エミッター構造から放射された光子エネルギーのスペクトルと、光電セル配列の電子生成しきい値の間の密接な一致は、効率の向上に結果する。燃焼生成物（排煙）流の1つの部分は、入り酸化体を加熱するために復熱装置を通して燃焼室から流され、そして燃焼生成物流の別の部分が、燃焼室に引き入れられる。TPV装置のユニークに高い排気温度のために、かなりの大きさの効率改良が、酸化体の復熱式予熱（recuperative preheating）によって可能である。しかし、火炎温度はまた、酸化体予熱と共に増大するために、システムの1つ以上の構成要素の熱安定性限界は、復熱の高可能レベルにおいて超過される。燃焼混合物への排気ガスの部分の再導入による火炎温度の低下は、酸化体予熱により達成された効率における利得の最小の妥協である。

発明の見地により、酸化体予熱は、燃焼生成物復熱によって提供され、そして燃焼生成物流の小部分が、燃焼室に再循環される。以下の説明において、燃料と空気が、室温（空気予熱なし）において、そして熱光起電力生成のための最適値における空気/燃焼比により、燃焼室に投入する第1（基本）のケースを考察する。燃焼が行われ、そして燃焼が十分に起こされて、エミッター・マントルとの接触の前に完成すると仮定すると、燃焼生成物ガスは、入り燃料と同一エンタルピーを有し、そして

断熱火炎温度 T_{ad} と名付けられた温度を有する。エミッター構造からの放出の後、燃焼生成物ガス温度は、エミッター構造の温度に非常に接近した温度 T_e に降下し、そして燃料又は燃焼生成物エンタルピーの小部分 δ が、捨てられる。条件が電気の生成のために最適化されたと仮定すると、空気予熱又は燃焼生成物再循環を付加することによる動作条件の修正は、燃焼生成物ガス組成、エンタルピー、燃焼室における流量率と、このため断熱火炎温度を不変にする。室とエミッター構造を通った流量は、2つの小部分 $[1/(1+r)]$ と $[r/(1+r)]$ に分割されると考えられる。エミッター構造からの流出の後、排出ガスの小部分 $[1/(1+r)]$ は、復熱装置に行き、そして小部分 $[r/(1+r)]$ は、室の入口に再循環される。2つの流れの比 r は、再循環比と呼ばれる。部分 $[1/(1+r)]$ のみが、投入する新燃料に関連する。再循環ガスの温度は、室再入点に流れる時、対流損失によって T_e から T_e' にさらに降下し、そして新燃料のエネルギーの小部分として表現されたエネルギーは、 $(1-\delta)$ から $(1-\delta')$ に変化する。基本ケースに一致させ、そして電力生成を不変に保つために、新燃料の単位のエンタルピーの小部分として表された室に投入する流れのエンタルピーが、単位に付加されなければならない。再循環ガス流は、 $(1-\delta')$ の $[r/(1+r)]$ 倍を構成し、そして燃料が $[1/(1+r)]$ を構成すると仮定すると、予熱された空気が、残りを構成しなければならない。それは、 $[r\delta'/(1+r)]$ に等しい。空気流の1単位を、新燃料の1単位に関連したものとして規定されたとする。その時、予熱された空気流量率は、 $[1/(1+r)]$ であるために、空気流の1単位は、エンタルピー $r\delta'$ を含まなければならない。出口温度 T_e が測定される

と、 T_e' への変化が、伝熱の考慮によって計算され、そしてそれから δ' が、計算される。基本ケース効率に対する比として表現されたシステムの効率は、修正された燃料入力に対する基本ケース効率の比、即ち $(1+r)$ である。

上記の議論は、放射を維持するためにエミッター構造への伝熱を測定する δ から、使用エミッター放射と、エミッターから燃焼室への再入点への連絡における再循環ガスからのエネルギー損失との両方を測定する δ' への小部分のエネルギー伝達における変化による性能の低下を示した。巧みに処理された設計において、エミッターから再入点へのガスにおける温度降下は、200Kの程度である。

高い r を達成することにおける制約の考慮は、明らかに重要である。過度設計された熱交換器は、原理的に、空気を T_e' に加熱するが、本構造材料は、 T_e に約1600Kの制限を置く。 T_e は、 $r\delta'$ を決定し、そして δ' は上記の如く計算されるために、 r は固定される。こうして、高効率の電力生成を達成することに対する熱寄与は、エミッターの寿命が、非常に熱くなると短くなるために、達成可能な空気予熱温度 T_{ad} 、室入り口への途中における再循環流のエネルギーの最小損失（最小化 $(\delta' - \delta)$ ）、及び最大許容エミッター温度 T_e （そしてこのため、燃料形式と空気/燃料比によってのみ決定された T_{ad} ）によって制限される。しかし、 T_{ad} と T_e の他の値と、このため δ が、確立されることは明らかである。例えば、 r よりも小さな燃焼生成物の小部分が、再循環される。

好ましくは、復熱は、燃焼空気を少なくとも約1000Kに予熱し、そして特定の発熱装置において、（現行セラミック熱交換器の能力内の）

約1600Kに予熱し、火炎温度は、約2300Kを超えず、そして排気ガスは、約2000Kにおいてエミッターを離れ、かつ約1800Kにおいて燃焼室に再入する。特定の実施態様において、燃焼空気が室温においてバーナーに侵入したならば有する値に火炎温度を保持するために、排気ガス再循環を調整することが望まれ、その結果エミッターの寿命は損なわれない。適正な程度の再循環により、空気燃料比、エミッターを通る流量率、及び火炎温度はすべて、一定に保たれる。空気及び燃料流における対応する減少を有する復熱の程度の増大は、エミッター温度と発出された放射パワーを一定にとどまらせる。約2の係数の効率向上は、1200Kの燃料空気予熱温度により達成され、そして約2.5の係数の効率向上は、1600Kの燃料空気予熱温度により達成される。

特定の実施態様において、エミッターは、平面又は円筒形形式におけるセラミック繊維の多孔質物である。そのようなエミッターの繊維性質のために、それらは、熱衝撃に比較的不感応である(繊維曲げは応力を軽減する)。各繊維の小直径(30マイクロメートル以下)は、直径方向において熱応力を最小にし、そして長い薄い繊維はたわみ、縦応力を縮小する。さらに、薄い繊維は、境界層が薄いために、熱対流ガスに熱的に十分に結合する。こうして、繊維は、熱排気ガスと近似的に熱平衡される。帯域外放は、電子吸取領域の外側の繊維エミッターの小さな光学的厚さのために低い。別の実施態様において、エミッター構造は、不透透性であり、そして該燃焼室の壁を規定する。好ましくは、エミッターは、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも一つの酸化物を含む。シリコン形式の光電セルは、イッテルビア・エミッターで使

用形式の光電セルは、エルビア・エミッターで使

用形式の光電セルは、エルビア・エミッターで使
1つの特定の実施態様において、バーナー構造は、燃焼火炎形式であり、そして第1及び第2導管は、同心関係において配置されたポートを有し、その結果第1導管から発出する燃料噴射は、第2導管から発出する予熱された酸化体の円筒形流によって十分に混合され、酸化体及び燃焼生成物流は、燃焼室において確立され、室において燃焼を安定化し、かつエミッター構造への熱伝達率を増大させる如くである。第2導管手段は、復熱装置構造の冷却出口から放射状内側に延びる第1通路を少なくとも部分的に規定し、そして第3導管手段は、第1通路に直接に隣接しかつ一般に平行な出口ポートの環状配列から放射状内側に延びる第2通路を少なくとも部分的に規定する。特定の実施態様における復熱装置は、逆流形式であり、そして燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、第2導管手段に直接に結合された冷却出口とを有する。

発明の別の見地により、熱光起電力生成プロセスが提供され、燃焼室の入り口に結合されたバーナー構造と、バーナー構造からの燃焼生成物による熱動起のために燃焼室において配置されたエミッター構造と、エミッター構造からの放射に反応して電気エネルギーを生成するために、燃焼室の外側で、かつエミッター構造に光結合関係にある光電セル配列と、復熱装置構造とを、燃焼室を規定する構造に提供する設備を含む。燃料は、バーナー構造に流され、燃焼生成物流の第1部分は、燃焼室の出口から入り酸化体を加熱するための復熱装置構造に流され、そして加熱された酸化体は、バーナー構造に流され、そして燃焼生成物流の第2部分は、燃焼室の出口から燃焼室の入り口に直接に流され、酸化体燃料混合物を希釈し、かつエミッター構造を保護するために火炎温度を制限

する。好ましい実施態様において、燃焼生成物流の第2部分は、燃焼室からの全体燃焼生成物流の少なくとも10パーセントであり、入り酸化体は、少なくとも約1000Kの温度に加熱され、そして火炎温度は、約2300Kに制限される。

発明のさらに別の見地により、熱光起電力生成システムが提供され、入り口と出口を有する燃焼室と、複数の第1ポートと、第1ポートに隣接交互関係において配置された複数の第2ポートとを含む延びたポート配列を含む燃焼室入り口に結合されたバーナー構造と、第1ポートに燃料を供給するための第1手段と、第2ポートに酸化体を供給するための第2手段と、バーナー構造を通った燃焼室への燃料と酸化体の流れによって生成された燃焼生成物による熱動起のために、交互のポートの延びた配列に間隔を付けた並置関係において燃焼室に配置された延びたエミッター構造と、エミッター構造からの放射に反応して電気エネルギーを生成するために、燃焼室の外側にあり、かつエミッター構造に光結合関係にある光電セル配列とを含む。

1つの好ましい実施態様において、延びたポート配列と延びたエミッターは、各々、平面構造であり、そして延びたエミッター構造は、多孔性であり、かつ延びたポート配列に平行に間隔を付けた関係において配置される。復熱装置構造は、復熱装置構造を通して燃焼生成物の部分の流れにより、バーナー構造に供給された酸化体を少なくとも約1000Kの温度に予熱するための第2手段に結合され、そして燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントは、バーナーによって生成された燃焼生成物の温度を制限するために、燃焼室の入り口に直接に再循環される。好ましくは、エミッターは、約300マイクロメートルよりも小さ

い厚さ寸法を有し、そしてエルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも一つの酸化物を含む。シリコン形式の光電セルは、好ましくは、イッテルビア・エルビウムで使

図面の簡単な説明

発明の他の特徴と利点は、図面に関連した特定の実施態様の次の説明が進む時、理解される。

第1図は、発明による熱光起電力システムの概略図。

第2図は、第1図の線2-2に沿って取られた断面図。

第3図は、第1図の線3-3に沿って取られた断面図。

第4図は、第1図の熱光起電力生成システムにおいて使用された金属酸化物エミッターの発散度スペクトルのグラフ図。

第5図は、発明による別の熱光起電力システムの概略図。

第6図は、第5図のシステムにおいて使用された平坦板燃焼火炎バーナーの概略図。

第7図は、ダクトで送られた再循環噴射を使用する発明による熱光起電力システムの概略図。

発明を実施するための最良モード

第1〜3図を参照すると、熱光起電力システム8は、上方のセラミック(アルミナ被覆タタン酸塩カリウム又は類似の材料)壁12と、燃料導管18が同心に配置された中央入り口ポート16を有するジルコニア又は類似の材料の下方のセラミック壁14とによって境界を付けられた燃料室10と、排気ポート20の環状配列とを含む。ルカロックス(L

ucalox) (近最大濃度アルミナ・セラミック)又は他の適切な材料の2つの円筒形の透明な管22、24が、約1センチメートル間隔をあけて配置された上方及び下方窓盤12、14の間に固定され、かつ密封される。円筒形窓管22と同心に、希土類金属硫化物燐物エミッター・シリンダー26が、窓10内に配置され、エミッター26の線径は、約20マイクロメートルの断面直径を有し、かつ燐物は、約30パーセントの開領域を有する。

エミッター26は、ネルソンの米国特許第4、548、426号において記載されたプロセスにおいて製造され、レーヨン・ヤーン燐物は、希土類燐酸塩の吸収溶液に浸され、そして遠心分離と乾燥の後、不活性雰囲気における点火シーケンスにさらされ、この場合燐物は、元の寸法の約3分の1へのエミッター燐物の収縮により、熱脱硝を受ける。それから収縮したエミッター燐物は、空気環境において摂氏約900度の温度に加熱され、それからさらに、摂氏約1500度の温度に加熱され、さらに収縮し、そして希土類燐酸塩燐物を緻密にする。結果の希土類燐酸塩燐物は、可視外観において、寸法において実質的に縮小されるが、先駆物質のレーヨン燐物の固有の物理的な布地属性を実質的に保持し、比較的高密度であり、たわみ、そして最小欠陥微細構造を有する。エミッターの放出は、第4図のイッテルビア燐物に対して指示された如く、集中している。第4図に示された如く、垂直線30は、シリコンの吸収線を示し、曲線32は、1800 Kの温度に加熱された線性イッテルビア・エミッター26のスペクトル発散度(単位波長単位面積当たり放射されたパワー)であり、そして曲線34は、1850 Kの温度における数ミリメートル厚の純粋粉末イッテルビア円板のスペクトル発散度である。

乱流再循環を確立し、そして生じた燃焼生成物が流れ、かつ第4図の32において示された形式のスペクトルにおける放射を生成するために多孔エミッターを加熱し、この放射は、光電セル40に電力を生成させる。

特定の実施態様において、TPV発生器8の動作点は、約1.5キロワットであり、燐物エミッター26は、イッテルビア燐物であり、そして約8センチメートルの直径と、約24センチメートルの軸長とを有し、約600平方センチメートルの表面面積を有する。毎秒0.44グラムの率において管18を通過して流された噴霧ディーゼル燃料と、毎秒6.97グラムの率において復熱装置入り口68を通過して流された燃焼空気は、中央燃料噴射と、燃焼空気の同軸環状被覆を含む噴射を形成する。乱流混合と燃料噴霧化を促進するために、空気流の運動量率は、比較的高い。エミッター26の長さ対直径比は、噴射の半中心線速度の理論的位置である円錐が、上方端部隣接窓盤12においてエミッター26に交わる如くである。再循環流64と予熱燃焼空気流70の組み合わせは、生じた燃焼生成物流の温度を、最大安全エミッター温度(約2100 K)を生成するために見いだされる非空気予熱と非連続再循環燃焼生成物の温度に一致させる。発生器効率、入り空気の予熱により、約1200 Kの温度に倍加される。二重同心噴射はまた、エミッター26の均一な加熱を促進する内部再循環を確立するために役立つ。

第5図に概略的に示された別の熱光起電力システムは、入り口82と出口84を有する燃焼室80を含み、そしてこの場合多孔性平面イッテルビア燐物エミッター86が、配置される。バーナー構造88は、窓入り口82に結合され、そして燃焼空気/再循環多岐管90と燃料多岐管

窓シリンダー24の周囲に間隔をあけて、ひれ付き熱シンク構造42に取り付けられた円筒形光電セル配列40がある。冷却空気は、光電セル配列40と窓シリンダー24の間の環状空間46を通過して流され、窓24と光電セル配列40の間に熱隔離を提供する。さらに冷却空気が、熱シンク構造42のひれを横切って流される。

下方セラミック燃焼室壁14の下に、燃焼室排気ポート20から窓入り口ポート16に延びる再循環通路52が形成され、そして下方窓盤14の下に拡張部分として、燃焼室排気ポート20と連絡する復熱装置54が配置される。復熱装置54は、逆流形式熱交換器であり、高温セラミック材料から構成され、かつ約7キロワットの容量を有し、そして分離シリンダー58を含むセラミック構造が配置される環状伸長通路56を含み、放射状外側に延びるひれ60が、熱(燃焼生成物出口)側に配置され、そして放射状内側に延びるひれ62が、冷却(空気入り口)側に配置される。燃焼生成物の第1部分は、矢印64によって示された如く、通路52を通過して入り口ポート16に流され、そして燃焼生成物の第2部分は、ひれ60を横切って出口通路を通過して流れ、かつ矢印66によって示された如く、復熱装置54から排出される。燃焼空気は、復熱装置54を通過した流量を予熱するために(矢印70によって概略的に示された如く)復熱装置入り口68を通過して供給され、そしてポート16を通過した燃焼室10への流れのために(分離部材74によって示された如く)通路72に沿って放出される。同時に、燃料噴霧化のための燃料と加圧空気は、入り口管18を通過して供給され、そして燃焼室10に放出される。ノズル18から発出する燃料噴射と、再循環燃焼生成物と予熱空気の円筒形流64と70は、窓10における燃焼を安定化する

92を有する。燃焼室出口84に対して、燃焼空気通路96と併合される再循環分岐通路94と、直交流熱装置100につながる復熱分岐通路98とが結合される。再循環流は、燃焼空気流における飛沫同伴によって駆動される。燃焼室80はまた、透明なカロックス窓102を有する。窓102の反対側に、エミッター86に光結合関係において、強制空気冷却熱シンク構造106において取り付けられたシリコン・セルの配列が配置される。

バーナー構造88は、一連の平行スロットを規定する(第6図に概略的に示された如く)一連の平坦板108を含む。交互のスロットは、空気供給多岐管90と連絡し、空気は、矢印110によって示された如く、多岐管90からスロットを通過して流され、一方中間スロットは、燃料多岐管92と連絡し、燃料は、矢印112によって示された如く、中間スロットを通過して流される。板108は、アルミナ又はムライトの如く、高温セラミック材料から構成される。平坦板拡散バーナー88は、乱流拡散火炎を支持し、そして燃料と空気は燃焼室80に入るまで混合されないために、燃料の自動点火温度よりもかなり高い空気予熱温度の使用を許容する。燃料及び空気流の境界における乱流は、混合率を増大させ、これは容積燃焼率を増大させ、かつ火炎長さを縮小し、さらに、火炎から平面燐物エミッター86への伝熱率を増大させる。乱流拡散火炎の長さは、燃料速度に十分に独立であるために、燃焼ゾーンに関する平面エミッター86の最適位置付けは、変化する負荷要求に応答して燃料流量率を変化させることにより、殆ど乱されない。バーナー88の前面の寸法によって規定された2つの最長寸法と、板108の間のスロットの幅に原理的に依存する厚さ寸法とを有するスラブによる火炎の空間特性は、

平面エミッター86に十分に適合される。

イッテルビウム酸化物エミッター86は、バーナー板108によって規定されたスロットの基部に関して間隔をあけた平行関係において、燃焼室80において支持される。空気/再循環からの燃焼生成物と燃料流110と112の混合は、多孔エミッター86を通して流れ、そして室出口84を通して、矢印114によって示された如く排出される。特定のシステムにおいて、復熱は、燃焼空気を約1150Kに予熱させ、排気ガスは、約1700Kにおいて燃焼室に再入し、そして結果の希釈火炎温度は、約2000Kである。

第5図を参照すると、ガス燃料が、燃料タンク116から燃料ポンプ118を経てバーナー88に送り出され、そして燃焼空気が、ブロー122によって、復熱装置100を通してバーナー88に管路120において流される。パワー調節及び制御ユニット124は、光電セル配列104から管路126における流れを監視し、そして管路128における燃料ポンプと管路130におけるブロー122に制御信号を提供する。管路132におけるパワー制御ユニット124からの出力はまた、始動バッテリーを再充電し、かつ標準システム動作中、燃料ポンプと冷却空気ブローの要求条件を供給するために、使用される。

さらに別の熱光起電力発生器構造が、第7図に概略形式において示され、システムは、復熱装置140と、燃料入り口導管142と、約0.1ミリメートルの厚さと約300平方センチメートルの表面領域を有するガス不浸透性イッテルビウム・シリンドラ146が取り付けられたバーナー・ハウジング144と、円筒形隔離窓148と、冷却空気が室154を通して流されるひれ付き熱シンク支持152に取り付けられた円筒

形光電セル配列150を含む。電力は、熱絶縁された導管において配置された導体において、光電セル配列150から伝達される。エミッター・シリンドラ146を製造するための第1プロセスにおいて、低灰分セルロース紙が、イッテルビウム酸化物の1.5モル溶液を含浸された。それから紙スリーブのイッテルビウム酸化物セラミック・レプリカが、含浸されたスリーブを乾燥させ、かつ制御雰囲気炉において加熱することにより、形成され、熱脱膜、炭素の酸化、及び生じたイッテルビウム酸化物の純結が獲得される。第2(テープ鋳造)プロセスにおいて、有機結合剤母液溶液においてイッテルビウム酸化物の微細粒子サイズ分散が、従来のドクター・ブレード鋳造機によりシラ地フィルムに鋳造され、そして近理論的密度の円筒形イッテルビウム・セラミック・フィルムに粉末を純結するために、摂氏1500度の温度に純結される。

燃焼生成物流は、通路158を通して室出口156からダクトで送られ、燃焼生成物流の第1部分は、管路162によって概略的に示された如く、再循環ポート160を通してバーナー・シリンドラ144にダクトで送られる。燃焼生成物はまた、管路164によって概略的に示された如く、出口156から復熱装置140に流される。光電セル150の円筒形配列は、エミッター146に光結合され、そして活動的に冷却される。円筒形イッテルビウム・フィルム146は、熱燃焼ガスをダクトで送るために機能する。第7図に概略的に示された如く、ノズル142から発出する燃料噴射と、再循環燃焼生成物と予熱空気の円筒形流は、エミッター・シリンドラ146によって制限され、空気及び燃焼生成物流は、乱流内部再循環流166が、第7図における流線によって示された如く確立される如くである。内部再循環流166は、円筒形エミッター・

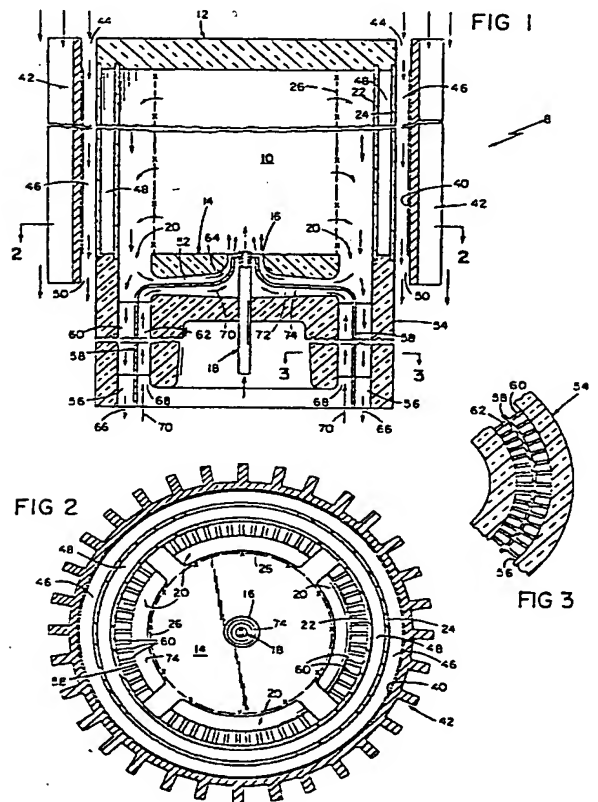
フィルム146によって境界を付けられた室容積において燃焼を安定化し、そして容積燃焼率を増大させ、かつエミッター・フィルム146における境界層厚を減少させることにより、エミッターへの熱伝達の率を増大させる。この実施態様において、復熱は、約1200Kに燃焼空気を予熱し、火炎温度は、約2000Kであり、そして排気ガスは、約1700Kにおいて燃焼室に再入する。

産業上の効用

本発明は、熱光起電力生成システムにおいて使用される。

等価物

発明の特定の実施態様が、示されかつ記載されたが、多様な修正が、技術における熟練者には明らかになり、そしてこのため、発明は、開示された実施態様と詳細に制限されないことが意図され、そして説明が、発明の精神と範囲内で行われる。



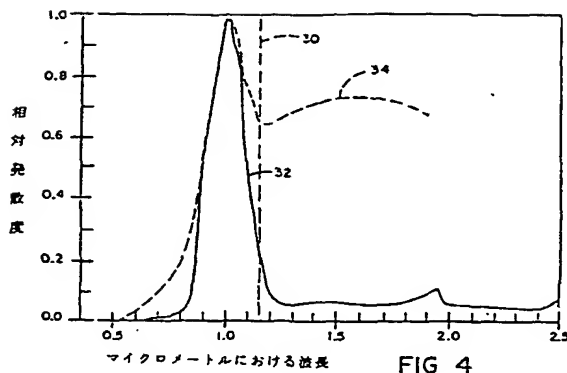


FIG 4

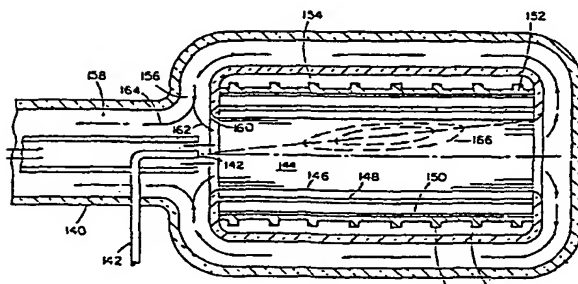


FIG 7

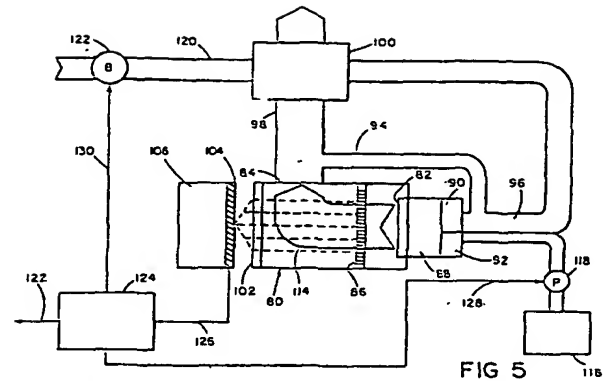


FIG 5

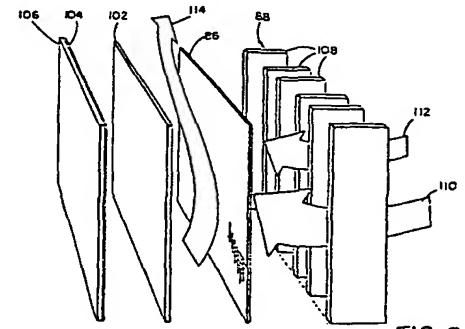


FIG 6

補正書の写し(翻訳文)提出書(特許法第184条の8)

平成11年6月19日

特許庁長官 吉田文毅殿

1. 特許出願の表示

PCT/US87/03361

2. 発明の名称

熱光起電力技術

3. 特許出願人

住所 アメリカ合衆国マサチューセッツ州02154
ウォルサム・ベアヒルロード303

名称 ティビーピー・エナジー・システムズ・
インコーポレーテッド

4. 代理人 〒107

住所 東京都港区赤坂1丁目9番15号
日本自転車会館
氏名 (6078)弁理士 小田島平吉
電話 585-2256



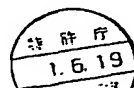
5. 補正書の提出年月日

1988年11月15日

6. 添付書類の目録

(1) 補正書の写し(翻訳文)

1通



熱光起電力技術

技術分野

本発明は、熱光起電力(TPV)技術に関し、そしてさらに詳細には、熱エネルギーが一般化石燃料の燃焼によって供給される熱光起電力生成システムに関する。

背景技術

熱光起電力技術は、エネルギー変換に関与し、この場合白熱エミッターによって放射されたエネルギーが、光電池によって電気エネルギーに変換される。熱光起電力プロセスは、2段階の熱放射と放射対電気エネルギーの変換プロセスに関与する。多数のTPV発生器システムが提案され、燃焼ガスが、再循環なしにシステム通って流れるシステムを使用するスタインの米国特許第3、433、676号において開示されたTPVを含む。好ましいTPVシステムは、エミッターに光結合された光電池の帯域ギャップに対応する狭いスペクトル帯域で強力に放射する希土類金属酸化物エミッターを使用するネルソンの米国特許第4、584、426号において開示される。エミッターのスペクトル出力を光起電性材料の帯域ギャップと一致させることにより、効率は、改良される。

変化するパラメーターの中に、一定の制約を受けるエミッター材料の温度があり、その原理は、エミッターが構成される材料の熱特性である。例えば、イッテルビウムは、2708Kにおいて融解し、そして急速な昇華が、数百度低いエミッター温度において発生し、イッテルビウムエミッターの寿命を侵害しがたく制限する。

請求の範囲

エミッター・フィルム146における境界層厚さを減少させることにより、エミッターへの熱伝達の率を増大させる。この実施態様において、復熱は、約1200Kに燃焼空気を予熱し、火炎温度は、約2000Kであり、そして排気ガスは、約1700Kにおいて燃焼室に再入する。

産業上の効用

本発明は、熱光起電力生成システムにおいて使用される。

1. 入り口16と出口20とを有する燃焼室10を規定する構造と、該燃焼室10の入り口16に結合されたバーナー構造であり、該バーナー構造に燃料を供給するための第1導管手段18と、該バーナー構造に酸化体を供給するために、該第1導管手段18から間隔をあけられた第2導管手段74とを含むバーナー構造と、

該バーナー構造からの燃料生成物による熟助起のために、該燃焼室10において配置されたエミッター構造26と、

該エミッター構造26からの放射に反応して電気エネルギーを生成するために、該燃焼室10の外側で、かつ該エミッター構造26に光結合関係にある光電セル配列40とを具備する熱光起電力発生器システム8において、

該第2導管手段74に結合された復熱装置構造54と、

該燃焼室への流入のための少なくとも約1000Kの温度に、入り酸化体70を加熱するために、該燃焼室10の出口20から該復熱装置構造54に燃焼生成物流の第1部分を流すための手段と、

酸化体燃料混合物を希釈し、かつ約2300Kを超えないように火炎温度を制限するために、該燃焼室10の出口20から直接に燃焼生成物流の第2部分64を流すための第3導管手段52とを含むことを特徴とする熱光起電力発生器システム。

2. 該エミッター構造26が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲1に記載のシステム。

3. 該エミッター構造26が、イッテルビアを含み、そして該光電セ

ル配列40が、シリコン形式である請求の範囲2に記載のシステム。

4. 該エミッター構造26が、エルビアを含み、そして該光電セル配列40が、ゲルマニウム形式である請求の範囲2に記載のシステム。

5. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、そして該第2及び第3導管手段74、52に結合されたポート構造16と、該ポート構造に同軸に配置され、かつ該第1導管手段18に結合された中央燃料オリフィスとを含む請求の範囲1に記載のシステム。

6. 該エミッター構造26が、円筒形構成である請求の範囲5に記載のシステム。

7. 該エミッター構造26が、多孔性である請求の範囲6に記載のシステム。

8. 該復熱装置54が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口20に直接に結合された熱側入り口52と、該第2導管手段74に直接に結合された冷側出口72とを有する請求の範囲7に記載のシステム。

9. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁26を含み、該燃焼室出口が、該エミッター構造の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁26においてポート20の環状配列を含み、そして該復熱装置構造54が、出口ポートの該環状配列に直接に連絡してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲8に記載のシステム。

10. 該第2導管手段74が、該復熱装置構造54の該冷側出口から放射状内側に延びる第1通路72を少なくとも部分的に規定し、そして該第3導管手段52が、該第1通路72に直接に隣接し、かつ一般に平行な出口ポートの該環状配列から放射状内側に延びる第2通路を少なくとも部分的に規定する請求の範囲9に記載のシステム。

11. 該エミッター構造146が、不透透性であり、かつ該燃焼室144の壁を規定する請求の範囲1に記載のシステム。

12. 該燃焼室からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段52を通過して、該燃焼室10の入り口16に直接に再循環される請求の範囲1に記載のシステム。

13. 該エミッター構造26が、約300マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲12に記載のシステム。

14. 該バーナー構造が、拡散火炎形式であり、かつ複数の燃料オリフィスと、複数の燃焼酸化体オリフィスとを平面配列88において含む請求の範囲1に記載のシステム。

15. 該エミッター86が、平面構成であり、かつ燃料及び酸化体オリフィスの該平面配列88に間隔をあけた平行関係において配置される請求の範囲14に記載のシステム。

16. 該エミッター構造86が、多孔性である請求の範囲15に記載のシステム。

17. 該燃焼室80からの燃焼生成物流114の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段94を通過して、該燃焼室80の入り口82に直接に再循環される請求の範囲16に記載のシステム。

18. 該エミッター構造86が、約30マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲17に記載のシステム。

19. 該復熱装置54が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、該第2導管手段74に直接に結合された冷側出口とを有する請求の範囲1に記載のシステム。

20. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁146を含み、

該燃焼室出口が、該エミッター構造146の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁においてポートの環状配列を含み、そして該復熱装置構造140が、出口ポートの該環状配列に直接に連結してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲1に記載のシステム。

21. 該エミッター構造146が、不透透性であり、かつ該燃焼室144の壁を規定する請求の範囲20に記載のシステム。

22. 該燃焼室144からの燃焼生成物流の少なくとも10パーセントが、該第3導管手段を通して、該燃焼室144の入り口160に直接に再循環される請求の範囲21に記載のシステム。

23. 該第1及び第2導管142が、同心関係において配置されたポートを有し、その結果該第1導管から発出する燃料噴射は、該第2導管から発出する予熱された酸化体の円筒形流によって制限され、酸化体及び燃焼生成物流は、再循環流166が該燃焼室144において確立され、該室における燃焼を安定化させ、かつ該エミッター構造146への伝熱率を増大させる如くである請求の範囲1に記載のシステム。

24. 該エミッター構造146が、円筒形構成である請求の範囲23に記載のシステム。

25. 該エミッター146が、不透透性であり、かつ該燃焼室144を規定する請求の範囲24に記載のシステム。

26. 該エミッター146が、約300マイクロメートルよりも小さな厚さ寸法を有する請求の範囲23に記載のシステム。

27. 該燃焼室144からの燃焼生成物流162の少なくとも10パーセントが、該燃焼室144の入り口160に直接に再循環される請求の範囲26に記載のシステム。

係にある光電セル配列とを、入り口と出口を有する燃焼室を規定する構造に提供する段階と、

燃料を該バーナー構造に流す段階と、

酸化体を該バーナー構造に流す段階とを含む熱光起電力発生プロセスにおいて、

該燃焼室の出口に結合された復熱装置構造を通して該バーナー構造に酸化体を流す段階と、

該バーナー構造への流れのための入り酸化体を加熱するために、該燃焼室の出口から該復熱装置構造に燃焼生成物流の第1部分を流す段階と、酸化体燃料混合物を希釈し、かつ熱光起電力発生器システムの構成要素の熱安定性の関数として、安全範囲に火炎温度を制限するために、該燃焼室の出口から該燃焼室の入り口に直接に燃焼生成物流の第2部分を流す段階とをさらに含むことを特徴とする熱光起電力発生器プロセス。

35. 燃焼生成物流の該第2部分が、該燃焼室からの全体燃焼生成物流の少なくとも10パーセントである請求の範囲34に記載のプロセス。

36. 該入り酸化体が、該バーナー構造への流れのために、少なくとも約1000Kの温度に加熱され、該火炎温度が、約2300Kを超えないように制限される請求の範囲34に記載のプロセス。

37. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲34に記載のシステム。

38. 該エミッター構造が、イッテルビウムを含み、そして該光電セルが、シリコン形式である請求の範囲37に記載のシステム。

28. 該復熱装置140が、逆流形式であり、そして該燃焼室出口に直接に結合された熱側入り口と、該第2導管手段に直接に結合された冷側出口とを有する請求の範囲27に記載のシステム。

29. 構造を規定する該燃焼室が、セラミック材料の壁146を含み、該燃焼室出口が、該エミッター構造の一方の端部に直接に隣接したセラミック材料の該壁においてポートの環状配列を含み、そして該復熱装置構造140が、出口ポートの該環状配列に直接に連結してセラミック材料の該壁に取り付けられる請求の範囲28に記載のシステム。

30. 該第2導管手段が、該復熱装置構造の該冷側出口から放射状内側に延びる第1通路を少なくとも部分的に規定し、そして該第3導管手段が、該第1通路に直接に隣接し、かつ一般に平行な出口ポートの該環状配列から放射状内側に延びる第2通路を少なくとも部分的に規定する請求の範囲29に記載のシステム。

31. 該エミッター構造が、エルビウム、ホルミウム、ネオジムとイッテルビウムから成るグループから選択された少なくとも1つの酸化物を含む請求の範囲28に記載のシステム。

32. 該エミッター構造146が、イッテルビウムを含み、そして該光電セル150が、シリコン形式である請求の範囲31に記載のシステム。

33. 該エミッター構造146が、エルビウムを含み、そして該光電セル150が、ゲルマニウム形式である請求の範囲31に記載のシステム。

34. 燃焼室の入り口に結合されたバーナー構造と、該バーナー構造からの燃料生成物による熱動起のために、該燃焼室に配置されたエミッター構造と、該エミッター構造からの放射に応答して電気エネルギーを生成するために、該燃焼室の外側で、かつ該エミッター構造に光結合関

39. 該エミッター構造が、エルビウムを含み、そして該光電セルが、ゲルマニウム形式である請求の範囲37に記載のシステム。

40. 燃焼生成物流の該第2部分が、該燃焼室からの全体燃焼生成物流の少なくとも10パーセントであり、かつ該火炎温度を約2300Kを超えないように制限し、そして該入り酸化体が、該バーナー構造への流れのために、少なくとも約1000Kの温度に加熱される請求の範囲37に記載のプロセス。

国际调查报告

International Application No. PCT/US 87/03361

I. CLASSIFICATION BY SUBJECT MATTER of search classification symbols (date, number and)		
According to International Patent Classification (IPC) or to any known Classification and IPC		
IPC ⁴	H 02 N 6/00; H 01 L 31/04	
II. FIELD SEARCHED		
Classification System	Classification Symbols	
IPC ⁴	H 02 N; H 01 L; F 23 C	
Documentation Symbols other than technical Documentation to the extent that such Documentation are included in the Patent Symbols		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*		
Category ¹	Category of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages ²	Relevant to Claim No. ³
Y	US, A, 3433676 (STEIN) 18 March 1969 see column 2, line 54 - column 4, line 60; figures 1-13	1,3,5,6, 11,13-15, 18,19,23, 28,30,33, 34,39,41, 43-47,49, 50,56-58, 62
A		9,16,17, 31,37,42, 51
Y	GB, A, 340780 (BARCOCK & WILCOX) 8 January 1931 see page 1, line 14 - page 2, line 99; figure	1,3,5,6, 11,13-15, 18,19,23, 28,30,33, 34,39,41, 43-47,49, 50,56-58, 62
A		2,8,27,31, 32,35,42,
<p>* Special categories of cited documents: (1)</p> <p>"A" document affecting the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"X" document published prior to the international filing date.</p> <p>"Y" document which may show a priority claim or which is cited to establish the priority date of another document or other special reason (as specified).</p> <p>"Z" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed.</p> <p>"T" document published after the international filing date.</p> <p>"S" document which has not been published but is considered to be of particular relevance.</p> <p>"C" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"D" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"E" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"F" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"G" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"H" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"I" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"J" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"K" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"L" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"M" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"N" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"O" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"P" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"Q" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"R" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"S" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"T" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"U" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"V" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"W" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"X" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"Y" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p> <p>"Z" document of technical character; the document is cited to show the state of the art.</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Composition of the International Search Report		Date of Filing of this International Search Report
26th April 1988		03 JUN 1988
International Searching Authority		Official
EUROPEAN PATENT OFFICE		P. C. VAN DER PUTTEN

Form PCT/ISA-290 (Revised and amended January 1986)

IV. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category ¹	Category of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages ²	Relevant to Claim No. ³
A	GB, A, 2053447 (BLUERAY) 4 February 1981 see page 2, line 75 - page 3, line 129; figures 1-5	2,27,32, 52
Y	EP, A, 0139434 (GILLETTE) 2 May 1985 see page 2, line 1 - page 21, line 15; figures 1-9 cited in the application	1,4,6,7, 10-12,14, 15,18-21, 36-41,44, 45,46-50, 53-62
A	cited in the application	9,16,17, 31,37,42, 51
Y	CH, A, 234646 (SULZER) 15 October 1944 see page 2, lines 17-75; figure	1,4,6,7, 10-12,14, 15,18-21, 36-41,44, 45,46-50, 53,62
A		2,27,31,32, 42,51,52

Form PCT/ISA-290 (Revised and amended January 1986)

国际调查报告

US 8703361
SA 20469

This report lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are so classified in the European Patent Office (EPO) file no. 1985/08. The European Patent Office is not liable for these particulars - but is merely given for the purpose of information.

Patent documents cited in search report	Publication date	Patent family members	Publication date
US-A- 3433676	18-03-69	None	
GB-A- 340780		None	
GB-A- 2053447	04-02-81	FR-A- 2461196 DE-A- 2946028 CA-A- 1141652 SE-A- 8004978	30-01-81 29-01-81 22-02-83 10-01-81
EP-A- 0129434	02-05-85	JP-A- 60084765 US-A- 4584426 CA-A- 1229496	14-05-85 22-04-86 24-11-87
CH-A- 234646		None	

For more details about this report, see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

第1頁の続き

⑦発 明 者

ベアレント, シー・ロバート

アメリカ合衆国マサチューセッツ州02030 ウェストウッド・ホーソーン
ンストリート69